МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ҐЖИЦЬКОГО

Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем

ПОГОДЖЕНО
Гарант ОПП «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»
Сергій КОРОБКА_____
(ім'я та прізвище, підпис)
«28» серпня 2025 року

ЗАТВЕРДЖЕНО
Декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій
Степан КОВАЛИШИН_____
(ім'я та прізвище, підпис)
«28» серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МАТЕРІАЛИ»

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
(назва освітнього рівня)
галузь знань 14 «Електрична інженерія»
(назва галузі знань)
спеціальність 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»
(назва спеціальності)
освітня програма «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»
(назва)
вид дисципліни обов'язкова
(обов'язкова / за вибором)
програма навчання _____
(повна/ скорочена)

2025 - 2026 навчальний рік

Робоча програма «Електротехнічні матеріал»
(назва навчальної дисципліни)

Укладачі: Михайлович Т. І. – в. о. доцента кафедри електротехнічних систем,. к.т.н., Какула О. І. – асистент кафедри електротехнічних систем
(вказати укладачів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри електротехнічних систем

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»

Завідувач кафедри _____ Віталій ЛЕВОНЮК
(підпис, ім'я та прізвище)

Погоджено навчально-методичною комісією спеціальності «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»
(назва спеціальності)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»
Голова НМКС _____ Віталій БОЯРЧУК
(підпис, ім'я та прізвище)

Схвалено рішенням навчально-методичної ради факультету МЕІТ
(назва факультету)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»

Голова НМРФ _____ Степан КОВАЛИШИН
(підпис, ім'я та прізвище)

Ухвалено вченою радою факультету МЕІТ протокол №1 від «28.08.2025 року»

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Семестр	8	8
Кількість кредитів/годин	3/90	3/90
Усього годин аудиторної роботи	42	10
в т.ч.:		
• лекційні заняття, год.	14	4
• практичні заняття, год.	–	-
• лабораторні заняття, год.	28	6
• семінарські заняття, год.	–	-
Усього годин самостійної роботи	48	80
Форма контролю	іспит	іспит

Примітка.
Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:
для денної форми здобуття освіти – 47 %
для заочної форми здобуття освіти – 11,1 %

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни «Електротехнічні матеріали» є формування у здобувачів вищої освіти системи знань про фізичні основи електроматеріалознавства, основні властивості, класифікацію та галузі застосування електротехнічних і конструкційних матеріалів, а також розвиток практичних умінь щодо їхнього вибору, використання та діагностики під час експлуатації електроенергетичного на основі відновлюваного обладнання.

Завдання навчальної дисципліни передбачають:

- ✓ формування розуміння взаємозв'язку між структурою, властивостями та призначенням електротехнічних матеріалів для відновлюваного обладнання;
- ✓ набуття знань про фізико-хімічні, механічні, електричні та магнітні властивості матеріалів, що застосовуються в галузі енерговиробництва;
- ✓ розвиток умінь обґрунтовано обирати матеріали відповідно до умов роботи електроенергетичного обладнання;
- ✓ оволодіння методами дослідження та аналізу структури матеріалів, визначення дефектів та їх впливу на експлуатаційні характеристики;
- ✓ формування компетентностей, необхідних для виконання виробничо-технологічних, проєктно-конструкторських, організаційних і експлуатаційних завдань у сфері енерговиробництва;
- ✓ виховання здатності до самостійного професійного розвитку, пошуку нових матеріалів і технологічних рішень у сучасних умовах енергетики.

Пререквізити: для успішного опанування курсу «Електротехнічні матеріали» необхідно володіти знаннями із курсів: «Фізика», «Хімія», «Теоретичні основи електротехніки» (читається паралельно).

Постреквізити: вивчення дисципліни «Електротехнічні матеріали» створює підґрунтя для опанування наступних компонент бакалаврської освітньої програми, зокрема профільні дисципліни для спеціальності 145 – «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика». Отримані знання та компетентності особливо важливі під час виконання бакалаврських кваліфікаційних робіт, проходження практики та розроблення комплексних проектів.

Відповідно до освітньо-професійної програми вивчення дисципліни «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» забезпечує набуття здобувачами таких компетентностей та програмних результатів навчання:

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
1	2
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або в процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів прикладної фізики та інженерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності	• ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. • ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. • ЗК8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
Фахові (спеціальні) компетентності	• СК2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інженерних дисциплін для розв'язання складних задач з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. • СК3. Здатність розуміти і застосовувати фізичні принципи і математичні методи, необхідні в галузі відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. • СК4. Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем і компонентів енергосистеми на основі використання аналітичних методів, моделювання та експериментальних досліджень.
Програмні результати навчання	• ПРН9. Визначати, формулювати і вирішувати інженерні завдання в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики з використанням енергоефективних методів. • ПРН10. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи в галузі відновлюваної енергетики та гідроенергетики, забезпечувати достовірність та релевантність результатів аналізу. • ПРН11. Розробляти проекти згідно із визначеними та описаними вимогами до конструкцій, технологічних схем, режимів роботи обладнання, характеристик енергетичних ресурсів, відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні енергетичних установок і апаратів перетворення відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики, а також технічними умовами та іншими нормативними документами

3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма здобуття освіти (ДФЗО)						заочна форма здобуття освіти (ЗФЗО)					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	10
3 семестр												
Тема 1. Фізичні основи електроматеріалознавства	10	2		4		4	10	1		1		8
Тема 2 . Конструкційні електротехнічні матеріали	8	2		4		2	8	1		1		6
Тема 3. Основні характеристики електротехнічних матеріалів	8	2		4		2	8	1		1		6
Тема 4. Провідникові матеріали	8	2		4		2	8	1		1		6
Тема5. Електроізоляційні матеріали (діелектрики)	10	2				8	10					10
Тема 6. Напівпровідникові матеріали	8	2		6			8			2		6
Тема 7. Магнітні матеріали	8	2		6			8					8
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів	30					30	30					30
ВСЬОГО	**90**	**14**		**28**		**48**	**90**	**4**		**6**		**80**

4. ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Тема 1. Фізичні основи електроматеріалознавства 1.1 Вступ. 1.1 Методи дослідження будови провідників, напівпровідників, діелектриків. Загальна характеристика матеріалів. Основні відомості з теорії сплавів. 1.2 Конструкційні матеріали енергетичного призначення. Основні властивості матеріалів. Класифікація електротехнічних матеріалів.	2	1
2	Тема 2 . Конструкційні електротехнічні матеріали 2.1 Особливості та застосування вуглецевих сталей й чавунів. 2.2 Особливості та застосування легованих сталей	2	1
3	Тема 3. Основні характеристики електротехнічних матеріалів 3.1 Класифікація діелектриків та їх основні властивості. Поляризація діелектриків. Діелектрична проникність. Електропровідність, діелектричні втрати, види діелектричних втрат. 3.2 Механічні (пружність, міцність, в'язкість) та теплові властивості. Фізико-хімічні властивості діелектриків (кислотне число, розчинність, хімічна та тропічна стійкість).	2	1
4	Тема 4. Провідникові матеріали 4.1 Електричні та електрохімічні методи дослідження провідникових матеріалів. Провідникові матеріали з малим питомим опором. Провідникові матеріали з великим питомим опором. 4.2 Жаростійкі провідникові матеріали. Контактні матеріали.	2	1
5	Тема 5. Електроізоляційні матеріали (діелектрики) 5.1 Тверді органічні діелектрики, класифікація. Полімеризаційні та поліконденсаційні синтетичні полімери. Природні смоли: каніфоль, шелак, янтар.	2	0

	5.2 Тверді неорганічні діелектрики. Скло, його властивості, класифікація за технічним призначенням. Склоемалі, ситали, кераміка. Слюда і матеріали на її основі. Неорганічні електроізоляційні плівки. 5.3 Рідкі і газоподібні діелектрики. Нафтові електроізоляційні оливи. Синтетичні оливи. 5.4 Активні діелектрики (сегнетоелектрики, п'єзоелектрики, електрети). Електрооптичні матеріли.		
6	Тема 6. Напівпровідникові матеріали. 6.1 Загальні відомості про напівпровідники. 6.2 Матеріали, з властивостями напівпровідників.	2	
7	Тема 7. Магнітні матеріали. 7.1 Феромагнетики, антиферомагнетики, феромагнетики. 7.2 Магніто-м'які матеріали. Магніто-тверді матеріали. Металокерамічні матеріали.	3	
ВСЬОГО		**14**	**6**

5. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Світлова мікроскопія. Принцип дії та будова металографічного світлового мікроскопа	4	1
2	Макроскопічний аналіз найпоширеніших дефектів макроструктури металів і сплавів.	4	1
3	Мікроскопічний аналіз металів методом світлової мікроскопії.	4	1
4	Мікроструктура, властивості, маркування та застосування конструкційних вуглецевих сталей.	4	1
5	Мікроструктура, властивості, маркування та застосування конструкційних чавунів.	2	0,5
6	Структура, властивості й застосування легованих сталей енергетичного призначення.	2	0,5
7	Структура, властивості й застосування електротехнічних сплавів із кольорових металів.	4	1
8	Визначення питомого опору провідникових матеріалів за допомогою моста постійного струму та встановлення типу матеріалу	4	
ВСЬОГО		**28**	**6**

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	**Тема 1. Фізичні основи електроматеріалознавства.** Методи дослідження будови провідників, напівпровідників, діелектриків. Загальна характеристика матеріалів. Основні відомості з теорії сплавів. Конструкційні матеріали енергетичного призначення. Основні властивості матеріалів. Класифікація електротехнічних матеріалів.	4	8
2	**Тема 2 . Конструкційні електротехнічні матеріали** Особливості та застосування вуглецевих сталей й чавунів. Особливості та застосування легованих сталей	2	6
3	**Тема 3. Основні характеристики електротехнічних**	2	6

	матеріалів. Класифікація діелектриків та їх основні властивості. Поляризація діелектриків. Діелектрична проникність. Електропровідність, діелектричні втрати, види діелектричних втрат. Механічні (пружність, міцність, в'язкість) та теплові властивості. Фізико-хімічні властивості діелектриків (кислотне число, розчинність, хімічна та тропічна стійкість).		
4	**Тема 4. Провідникові матеріали.** Електричні та електрохімічні методи дослідження провідникових матеріалів. Провідникові матеріали з малим питомим опором. Провідникові матеріали з великим питомим опором. Жаростійкі провідникові матеріали. Контактні матеріали.	2	6
5	**Тема 5. Електроізоляційні матеріали (діелектрики).** Тверді органічні діелектрики, класифікація. Полімеризаційні та поліконденсаційні синтетичні полімери. Природні смоли: каніфоль, шелак, янтар. Тверді неорганічні діелектрики. Скло, його властивості, класифікація за технічним призначенням. Склоемалі, ситали, кераміка. Слюда і матеріали на її основі. Неорганічні електроізоляційні плівки. Рідкі і газоподібні діелектрики. Нафтові електроізоляційні оливи. Синтетичні оливи. Активні діелектрики (сегнетоелектрики, п'єзоелектрики, електрети). Електрооптичні матеріли.	8	10
6	**Тема 6. Напівпровідникові матеріали.** Загальні відомості про напівпровідники. Матеріали, з властивостями напівпровідників.		6
7	**Тема 7. Магнітні матеріали.** Феромагнетики, антиферомагнетики, феромагнетики. Магніто-м'які матеріали. Магніто-тверді матеріали. Металокерамічні матеріали.		8
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів		30	30
ВСЬОГО		**48**	**80**

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з дисципліни «Електротехнічні матеріали» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, які поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) та активні форми (групові проєкти, семінари-дискусії). Використання проблемно-орієнтованих і дослідницьких підходів сприяє розвитку критичного та креативного мислення, уміння працювати в команді й приймати ефективні управлінські рішення. Ефективність забезпечується залученням сучасних цифрових інструментів, програмних засобів для планування й контролю, а також роботи з професійною літературою та науковими публікаціями.

8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється проведенням поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється під час практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання відповідних завдань. Форми проведення поточного контролю – усне та письмове опитування, тестовий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на завершальному етапі вивчення дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного контролю.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика», яку може отримати студент протягом семестру за засвоєння тем дисципліни становить 100:

$$100\ (ПК)\ =\ 100,$$

де: 100 (ПК) 100 максимальних балів з поточного контролю, які може набрати Здобувай за семестр.

$$ПК = \frac{100\ \bullet\ САЗ}{5} = 20\ \bullet\ САЗ.$$

Для Здобувачів вищої освіти заочної форми навчання

$$30\ (ПК)\ +\ 70\ (ТСР)\ =\ 100.$$

30 (ПК) – 30 максимальних балів з поточного контролю (ПК), які може набрати здобувач під час настановної та лабораторно-екзаменаційної сесії.

70 (ТСР) бали за виконання тематичної самостійної роботи у міжсесійний період за програмою курсу.

За підсумками семестрового контролю в залікову відомість здобувачу у графі «за національною шкалою» виставляється оцінка «зараховано/не зараховано».

Критерії поточного оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
5 ("відмінно")	В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу. Студент здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами і відомостями.
4 ("добре")	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Студент здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, у яких можуть

	бути окремі несуттєві помилки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.
3 ("задовільно")	В цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових розрахунків, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки.
2 ("незадовільно")	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових розрахунків, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності. Безсистемне відділення випадкових ознак вивченого; невміння робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки.

Переведення підсумкових рейтингових оцінок з дисципліни, виражених у балах за 100-бальною шкалою, у оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
74–81	C		
64–73	D	задовільно	
60–63	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Калахан О. С., Левонюк В. Р. Макроскопічний аналіз металів і сплавів та металографічний аналіз металів методом світлової мікроскопії. Методичні рекомендації для виконання 3-ох лабораторних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Львів, 2022. 29 с.

2. Калахан О. С., Левонюк В. Р. Структура, властивості й застосування вуглецевих сталей та чавунів. Методичні рекомендації для виконання 2 – ох лабораторних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Львів, 2022. 26 с.

3. Калахан О. С., Левонюк В. Р. Структура, властивості й застосування легованих сталей. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Львів, 2022. 17 с.

4. Калахан О. С., Левонюк В. Р. Структура, властивості й застосування сплавів кольорових металів. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Львів, 2022. 17 с.

5. Калахан О. С., Левонюк В. Р. Визначення питомого опору провідникових матеріалів за допомогою моста постійного струму та встановлення типу матеріалу. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Львів, 2022. 11 с.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Василенко І. І. Конструкційні та електротехнічні матеріали. Львів. «Магнолія 2006», 2008. 242 с.

2. Городжа А. Д. Матеріалознавство та електротехнічні матеріали. КНУБА, 2006 р. 304 с.

3. Авдонін К. В. Електроматеріалознавство. Київ: ННУТД. 2011. 157 с.

Допоміжна

1. Трегуб М. І., Рубець А. М., Хахула В. С. Електротехнічні матеріали: навчальний посібник, Біла Церква, 2020. 60 с.

2. Колесов С.М., Колесов І.С. Електроматеріалознавство (Електротехнічні матеріали. Київ: «Дельта» , 2008. 516 с.

3. Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Воронов С.О., Якименко Ю.І. Фізичне матеріалознавство. Київ: НТУУ «КПІ», 2007. – Частина 2. Діелектрики. 392 с.

12. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького – https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=11029 .

3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:

3.1. Національний стандарт України (ДСТУ, ПУЕ, ПБЕЕС), електронна база нормативних документів URL: https://online.budstandart.com.

3.2. Міненерго України, офіційний сайт Міністерства енергетики URL: https://www.mev.gov.ua.

3.3. Державна інспекція енергетичного нагляду України (Держенергонагляд), публікації, методичні рекомендації, вимоги безпеки в енергетиці URL: https://denr.gov.ua.

3.4. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів URL: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8d0ebb78-3e8f-4e4a-98ef

4. Бібліотеки: Львівського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького м. Дубляни, НУ «Львівська політехніка», Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника, м. Львів.